



HÖGSKOLAN
DALARNA

Kandidatuppsats

Fasens påverkan vid inspelning och post- produktion av akustiska trummor



Fasen som medel för att uppnå eftersträvade ljudegenskaper

Författare: Emil Wide
Handledare: Berk Sirman
Examinator: Gunnar Ternhag
Ämne/huvudområde: Ljud- och Musikproduktion
Kurskod: LP2005
Poäng: 15 hp
Examinationsdatum: 16 Januari 2015

Högskolan Dalarna
791 88 Falun
Sweden

Abstract

Det problemområde som denna kandidatuppsats behandlar är fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav akustiska trummor. Syftet med denna kandidatuppsats är att bidra till kunskapsläget inom det ljudtekniska forskningsområdet med praktisk tillämpbar kunskap om fasen som fenomen och dess påverkan vid inspelning och post-produktion utav akustiska trummor. Vidare så ämnar även uppsatsen att problematisera det till synes invanda tankemönstret hos många ljudproducenter och ljudtekniker att fasens påverkan är minimal.

En konkretisering utav syftet ledde till följande forskningsfrågor:

1. Hur påverkar fasen ljudet då en beståndsdel i trumsetet är inspelat med flera mikrofoner på nära avstånd?
2. Hur påverkar fasrelationen mellan rumsmikrofoner/överhäng och närmikrofoner ljudet?

För att finna svar på dessa forskningsfrågor genomfördes ett experiment. Inför detta experiment samlades empiri i form utav inspelade trumspår in. Sedan manipulerades fasförhållandena i efterhand och de effekter som fasen hade på ljudet dokumenterades. Ur det resultat som framställdes utav det genomförda experimentet kan man urskilja flera mönster gällande fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav trummor. Vad detta resultat innebär rent praktiskt för ljud- och musikproducenter är ett underlag för utveckling utav metoder för att uppnå eftersträlvade ljudegenskaper i sina produktioner.

Keywords

Fas, fasförhållanden, trummor, inspelning, post-produktion, interferens

Innehållsförteckning

Abstract.....	
Keywords	
Innehållsförteckning.....	
Inledning.....	1
Syfte	2
Frågeställning	2
Avgränsningar	2
Tidigare forskning	3
Teori - Vad är fas?	6
Metod	8
Insamling utav empiri	9
Analys av empirin	11
Resultat och analys	15
Hur påverkar fasen ljudet då en beståndsdel i trumsetet är inspelat med flera mikrofoner på nära avstånd?	15
Hur påverkar fasrelationen mellan rumsmikrofoner/överhäng och närmikrofoner ljudet? 17	
Slutsatser	24
Diskussion.....	26
Källförteckning	29

Inledning

Det problemområde som denna kandidatuppsats behandlar är fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav akustiska trummor. Då fas som fenomen i sig har varit föremål för många avhandlingar och vetenskapliga artiklar har jag valt att se på detta problem utifrån rollen som producent och ljudtekniker snarare än fysiker.

Jag har valt att skriva om detta ämne då jag anser att detta är ett ofta förbiset fenomen, eller i alla fall ett fenomen som det inte diskuteras nog om inom den ljudtekniska forskningsdisciplinen. En uppsats inom detta ämne är intressant för de som vill nå en djupare förståelse för hur fasen påverkar det inspelade ljudet och hur manipulation av denna tidsrelation påverkar ljudet vilket i sin tur leder till metoder för att kunna använda detta i sitt ljudproducerande.

Mitt intresse för detta ämne grundar sig i den allmänna förvirringen kring detta område. I och med sociala medier och medieplattformar på nätet har ljudtekniker och producenter fått en större kommunikativ räckvidd.

Att som aspirerande ljudproducent ta del utav denna kommunikation kan vara både lärorikt och förvirrande. När det gäller just fenomenet fas och dess påverkan på ljud har jag märkt att det råder många meningsskiljaktigheter.

De flesta tekniker nämner fas mest i förbifarten och fasens betydelse verkar skilja sig kraftigt från person till person, vissa anser att ofördelaktiga fasförhållanden kan vara förödande medans andra minimerar fasens påverkan till ett icke-problem. Alltså ser jag stor nytta i att genom denna uppsats försöka uppnå någon sorts allmängiltig, icke-subjektiv slutsats gällande fasens påverkan vid inspelning och post-produktion av akustiska trummor.

Denna uppsats är främst riktad till en publik som känner sig hemma i den terminologi som används inom ljudproducerande samt har skapliga praktiska och teoretiska kunskaper om ljud som fysisk fenomen och ljudteknik över lag.

Dock så kommer det i uppsatsens teorikapitel förekomma en beskrivning utav fasen som fenomen samt vilka effekter den kan tänkas ha utav den anledning att förvirring råder hos många, även kunniga, inom detta område av ljudtekniken.

Syfte

Syftet med denna kandidatuppsats är att bidra till kunskapsläget inom det ljudtekniska forskningsområdet med praktisk tillämpbar kunskap om fasen som fenomen och dess påverkan vid inspelning och post-produktion utav akustiska trummor. Jag har valt att arbeta med just akustiska trummor då en inspelning utav ett akustiskt trumset generellt sett är den inspelningssituation där flest mikrofoner används, detta leder alltså till att en sådan inspelning är den mest intressanta och komplicerade när det gäller fas.

Alltså ämnar denna uppsats även till att problematisera det till synes invanda tankemönstret hos många ljudproducenter och ljudtekniker att faskorrelationens påverkan är minimal.

Frågeställning

Konkretiseringen utav syftet har lett till följande forskningsfrågor:

1. Hur påverkar fasen ljudet då en beståndsdel i trumsetet är inspelat med flera mikrofoner på nära avstånd?
2. Hur påverkar fasrelationen mellan rumsmikrofoner/överhäng och närmikrofoner ljudet?

När det talas om "ljudet" i frågeställningen så handlar det om spektralbalansen i summeringen utav de undersökta signalerna. Uppfattningen utav ljud beror på mer aspekter än just spektralbalans men just spektralbalans är den faktor som har störst betydelse samt är även den aspekt som påverkas till störst grad utav olika fasförhållanden. Då jag i min undersökning strävar efter att visa på ett orsak/verkan-förhållande mellan olika fasförhållanden och frekvensinnehållet i summeringen utav de undersökta signalerna syftar dessa forskningsfrågor till att belysa just detta.

Avgränsningar

För att denna kandidatuppsats skulle kunna genomföras inom den utsatta tidsramen samt inte bli för bred behövdes ett antal avgränsningar. Då fas inte är ett fenomen som är unikt för akustiska trummor, utan snarare något som i viss mån påverkar alla inspelningar, blir det lätt en överväldigande uppgift att forska kring fasens påverkan såvida man inte avgränsar sitt forskningsområde.

Utav denna anledning fokuserar denna uppsats på just akustiska trummor då det generellt sett är det instrument som spelas in med flest mikrofoner på vitt skilda positioner och således är det mest komplicerade instrumentet att spela in när det gäller fasförhållanden. Utöver detta så har undersökningen bara berört inspelningar utav trummor i en studiomiljö. Denna avgränsning var nödvändig då inspelningar i rum som inte är akustikbehandlade för just inspelning ger upphov till en rad olika akustiska fenomen som motarbetas i en behandlad inspelningsmiljö. En studie utav detta slag som inkluderar empiri samlad i denna typen utav miljöer skulle behöva en stor fokus på akustik, något som skulle bredda undersökning för mycket i fallet med den här kandidatuppsatsen.

Tidigare forskning

Under min informationssökning har det visat sig att det finns relativt lite vetenskapligt skrivna texter om fasens påverkan på ljudande material. Den information om fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav trummor som finns tillgänglig är ofta icke-vetenskaplig och laddad med subjektiva bedömningar.

Även sökningar inom den uppsjö utav vetenskapliga artiklar inom det ljudtekniska forskningsområdet som går att finna hos AES (Audio Engineering Society) var fruktlösa då de artiklar som berörde fasproblematiken tenderade att vara för nischade och således irrelevanta för denna undersökning. Själva fenomenet fas, hur det fungerar och uppstår finns det dock gott om information om, även ifall det i de flesta böcker tillåts ta liten plats i sitt sammanhang. Alla ljudtekniska böcker som jag har stött på i min informationssökning har varit överens om hur fas fungerar och uppstår.

Dock så kan man urskilja två ståndpunkter gällande dess betydelse när man läser diverse subjektivt laddade artiklar och intervjuer med etablerade ljudtekniker, vissa anser att ett övervägande gällande fas har väldigt liten betydelse på slutprodukten medan vissa anser att dålig kontroll över hur fasen hanterats på en inspelning kan vara förödande för slutprodukten. Alltså råder det en viss förvirring kring fasens påverkan och den uppsjö utav ovetenskapliga artiklar fulla med högst subjektiva bedömningar på ljudkvalité som kan läsas på diverse hemsidor och forum gör inte ämnet mindre förvirrat. Det är här jag hoppas att min uppsats kan bringa någon sorts klarhet i fasens påverkan vid truminspelningar och visa på hur man kan använda detta fenomen i sitt ljudtekniska hantverk och låta läsaren själv bedöma ifall det låter bra eller dåligt.

Då den här uppsatsen främst intresserar sig i hur fasen påverkar ljudet har information gällande just detta varit det främsta målet i informationssökningen. Som tidigare nämnt var det svårt att få tag i direkt relevant forskning kring detta, av denna anledning har källor som rört vid närliggande aspekter utav fas fått utgöra den teoretiska utgångspunkten för denna undersökning.

Mycket utav den närliggande kunskap som är relevant för denna uppsats finns i boken *Master Handbook of Acoustics* (Everest & Pohlmann, 2009). Som bokens namn antyder ligger fokus här på akustik men för att kunna förstå sig på akustik som är ett komplicerat element utav ljudtekniken så behövs bra förståelse för hur ljud fungerar rent fysiskt.

Denna fysiska sida utav ljud beskrivs ingående och teorier om hur olika vågformer interagerar med varandra samt hur människan uppfattar detta har utgjort en del utav den teoretiska grunden för detta arbete. Det tankesätt kring liknande förskjutna vågformers samklang som ligger till grunden för mitt intresse för fasens påverkan är till stor del baserat på det Everest och Pohlmanns skrivit om hur direktljud och reflektioner påverkar varandra.

Vidare så har denna källa varit den mest uttömmande när det kommer till information gällande hur och när kamfilter-effekter uppstår samt vilka effekter dessa kan ha på en signal eller vågforms frekvensinnehåll. Ett annat viktigt bidrag till mitt arbete som kommer ifrån denna bok är information om örats kritiska frekvenser. Denna information har tillsammans med Jason Coreys (Corey, 2010 s. 135-143) tankar kring analys av ljud lagt grunden för den analys utav empirin som genomfördes.

En annan viktig källa till närliggande forskning har varit boken *Mixing Audio* (Izhaki, 2012 s. 161-173).

Här beskrivs fasens påverkan i samma sammanhang som det detta arbete intresserar sig för snarare än primärt i form utav direktljud och reflektioner som *Master Handbook of Acoustics* gör. Dessutom har Izhakis definitioner utav liknande vågformer samt beskrivningar utav olika fasförhållanden tillämpats i denna undersökning.

Då en viktig del i den empiriinsamling som genomförts för detta arbete var att producera laborationsmaterial, i detta fallet trumspår, som hade ett så allmängiltigt ljud som möjligt i relation till rådande konventioner och ideal var det nödvändigt att hitta information om detta. Eftersom ljudideal är ett högst subjektivt laddat område kan det vara svårt att finna vetenskapliga sanningar eller rätt och fel i denna fråga.

Det alternativ med högst reliabilitet blir således att ta del utav diverse intervjubaserade böcker som riktar in sig på att beskriva det arbetssätt som etablerade och erkända ljudtekniker tillämpar. Till detta ändamål har böcker som *Mixing, Recording, and Producing Techniques of the Pros...* (Clark, Garvey & Hughes, 2010) och *Recording Engineer's Handbook* (Owinsky, 2009) lämpat sig väl.

Då forskning inom ljud- och musikproduktion inte är lika etablerat ännu i jämförelse med andra discipliner har även forskning på uppsatsnivå varit av relevans för denna kandidatuppsats. Direkt relevant forskning går att finna i Johan Nordings C-uppsats *Motverka fasutsläckningar av grundtonerna för trummorna i ett akustiskt trumset vid inspelning och mixning* (Nordin, 2007 s. 1-43). I denna uppsats undersöker författaren fasproblematiken vid inspelning och post-produktion utav akustiska trummor, med fokus på att undersöka och utveckla metoder för att undvika destruktiv interferens vid trummornas grundtoner. Forskningen visar på att erfarna lyssnare förknippar faskorrigerade trumspår med mer positiva attribut såsom "mer fylligt" och "större".

I uppsatsen *Skillnader mellan tre mikrofonplaceringar vid inspelning av trummor* (Gorgees, 2007 s. 6-32) undersöker författaren hur olika mikrofonplaceringar påverkar hur man som lyssnare uppfattar ljudet i en 5.1-konfiguration. Forskningen visar på att olika mikrofonplaceringar och således olika fasförhållanden kan påverka faktorer såsom, ljudbild och lokalisering utav enskilda element i ett trumset. Alltså belyser forskningen att tidsskillnader mellan trumspår kan ha en påverkan på inte bara frekvensinnehåll utan även mer psykoakustiska fenomen.

Gällande forskning kring fasens påverkan vid inspelning utav andra instrument än just akustiska trummor har det även i detta fall visat sig svårt att hitta direkt relevant forskning. Uppsatsen *Mikrofonkonfigurationer bestående av en eller två mikrofoner vid inspelning av elgitarr* (Holmberg, 2012 s. 4-20) intresserar sig främst för hurvida ljudteknikers bekantskap med gitarren som instrument påverkar valet av mikrofonkonfigurationer men i uppsatsens diskussion lyfts en viktig aspekt kring fasproblematiken fram, nämligen att många har svårt att uppfatta ett kamfilters påverkan.

Teori - Vad är fas?

När man talar om fas i ljudsammanslagning så talar man om tidsskillnader mellan två eller flera vågformer. Fas brukar mätas i grader, alltså börjar en vågform vid 0° och har genomgått en hel cykel vid 360° (tillbaka till 0°), en halv vid 180° och så vidare.

När det skrivs om fas brukar detta illustreras med två tidsförskjutna sinusvågor, vilka är den simplaste formen utav ljud.

När det gäller inspelade vågformer blir det dock mera komplicerat då det inspelade materialet innehåller en mängd olika frekvenser som alla genomför en hel cykel på olika tider, detta leder till att till exempel inspelade trummor som jag har valt att fördjupa mig i aldrig kan vara helt i fas då mer än en mikrofon används.

Man har dock inte fas i åtanke gällande vilka ljudspår som helst, enbart liknande ljudspår och dessutom säger oss Haas-effekten att ifall tidsskillnaden mellan två liknande spår är större än cirka 35 millisekunder så uppfattar lyssnaren den fördröjda vågformen som ett distinkt eko (Everest & Pohlmann, 2009 s. 56-63).

Således tar man enbart hänsyn till fas i det tidsintervall(0-35msec) där lyssnaren upplever en sammanslagning utav vågformerna.

Definitionen av liknande ljudspår har jag tagit ifrån boken *Mixing Audio* av Roey Izhaki (Izhaki, 2012 s. 162).

Enligt denna definition så har man bara fas i åtanke då det gäller antingen två eller flera identiska vågformer eller två eller flera vågformer som är inspelningar utav samma ljudhändelse.

I fallet med de identiska vågformerna så handlar detta om duplicerade spår eller spår som har skickas via en send till ett annat spår, alltså inget man stöter på naturligt i vanliga inspelningssammanslagning. Det fall som intresserar mig mest är det rörande vågformer som är inspelningar utav samma ljudhändelse, alltså samma instrument fångat utav flera mikrofoner i samma tagning, eller i mitt fall samma beståndsdel i ett trumset fångat utav flera mikrofoner i samma tagning.

I *Mixing Audio* (a. a. s. 162-163) beskrivs även tre typer utav fasrelationer, dessa är:

- I fas, ett fasförhållande där vågformerna börjar på samma tidpunkt.
- Ur fas, ett fasförhållande där vågformerna börjar vid olika tidpunkter vilket oftast är ett resultat utav att samma musikaliska händelse har spelats in med flera mikrofoner. Tidsskillnaden uppstår alltså därför att ljudet tar olika lång tid på sig att nå de olika mikrofonerna.
- Fasinverterat, ett fasförhållande där vågformerna börjar vid samma tidpunkt men deras amplitud är inverterad, alltså har den ena vågformen nått sitt maximala positiva värde när den andra har nått sitt negativa maxvärde. Detta fasförhållande blandas ofta ihop med vågformer som är 180° ur fas, vågformer som alltså börjar vid olika tidpunkter, men de två fasförhållandena är icke det samma.

Dessa typer utav fasrelationer mellan vågformerna har olika påverkan på ljudet. Det mest frekvent förekommande problemet inom diverse ljudteknisk litteratur visar på hur fasinvertering påverkar ljudet. Oftast demonstreras detta med två sinusvågor som båda ligger i fas men den ena är fasinverterad. Det ljudande resultatet utav detta är tystnad då total destruktiv interferens uppstår i detta fall. Som tidigare nämnt så är sinusvågor den enklaste formen utav ljudvågor och är således inte representativa för hur vågformen från till exempel en inspelad virveltrumma ser ut. Alltså är det högst osannolikt att vid en studioinspelning stöta på total destruktiv interferens. Däremot så kan viss utsläckning som resultat utav fasinverterade signaler och den destruktiva interferens som detta medför förekomma. Att kolla så att alla mikrofoner vid en inspelning "drar åt samma håll" hör utav denna anledning till grundläggande arbetspraxis för studiotekniker (Owinsky, 2009 s. 104-109).

Gällande liknande vågformer som är ur fas med varandra så är påverkan på ljudet mer komplicerad. Fasens påverkan på en signals frekvensinnehåll i detta sammanhang kallas för kamfilter och har olika påverkan beroende på hur stor tidsskillanden mellan vågformerna i fråga är (Everest & Pohlmann, 2009 s. 135-150).

När dessa vågformer som är ur fas med varandra ljuder samtidigt bildas detta kamfilter, vilket är ett periodiskt återkommande mönster utav destruktiv och konstruktiv interferens.

På de frekvensband där konstruktiv interferens uppstår kommer signalen vara stark och bilda en topp samt där destruktiv interferens uppstår bildas dalar i frekvensåtergivningen. Kollar man på en ljudfil som har ett kamfilter på sig i ett spektrogram ser dessa toppar och dalar ut som en kam, därav namnet på fenomenet.

Ett fasförhållande med en längre tidsskillnad ger upphov till flera men mindre toppar och dalar i frekvensåtergivningen medan en kortare tidsfördröjning mellan vågformerna ger upphov till färre toppar och dalar som dock täcker större del utav frekvensspektrumet.

Metod

Den metod som jag har valt att använda för att undersöka fasens påverkan vid truminspelning och post-produktion är att genomföra ett experiment. Detta experiment går ut på att göra en truminspelning utefter vedertagna principer och sedan manipulera fasförhållandena i efterhand och undersöka och dokumentera hur ljudet påverkas utav detta med hjälp utav en digital spektrumanalysator i plug-in form. Ett antal andra metoder övervägdes men då forskningen vill belysa ett orsak/verkan-samband mellan olika fasförhållanden och frekvensinnehållet i summeringen utav de undersökta signalerna föreföll det sig uppenbart att välja en metod vars syfte är att visa på just den typen utav samband.

Gällande utformningen utav experimentet så har jag använt mig utav böckerna *Design & Analysis of Experiments* (Dean & Voss, 1998 s. 8-14) och *Research Methodology* (Jha, 2008 s. 16-41, 128-160). I dessa böcker finner man djupgående beskrivningar utav experimentdesign, något som jag har tagit avstamp i när jag har utformat och genomfört mitt experiment.

Således har experimentet utformats med de fyra beståndsdelar av ett experiment som beskrivs i *Research Methodology* (a. a. s. 27-41) i åtanke.

Dessa fyra beståndsdelar är hypotes, oberoende variabel, beroende variabel och subjekt. I det experimentet som genomfördes för att samla in och undersöka empiri för denna undersökning utgick jag ifrån hypoteser som har direkt relevans till frågeställningarna. Hypoteserna lyder:

- Det existerar en kausal relation mellan fasförhållandet mellan vågformer som är resultatet utav en inspelning med flera mikrofoner utav samma beståndsdel i ett trumset(oberoende variabel) och frekvensinnehållet i summeringen utav dessa vågformer(beroende variabel).

- Det existerar en kausal relation mellan fasförhållandet mellan vågformer som är resultatet utav en närmickad inspelning utav ett specifikt element i ett trumset och vågformer som är resultatet utav ambiens och rumsinspelningar(oberoende variabel) och frekvensinnehållet i summeringen utav dessa vågformer(beroende variabel).

Som man kan uttyda utav hypoteserna så syftar alltså detta experiment och den efterföljande analysen till att undersöka den kausala relationen mellan olika fasförhållanden mellan olika inspelningar utav samma ljudhändelse och frekvensinnehållet i summeringen utav dessa vågformer. Subjektet i detta experiment blir således det inspelade materialet.

Valet att använda denna sortens vetenskapliga experiment som metod till detta projekt grundar sig i den sortens resultat som eftersträvades.

Då undersökningen syftar till att undersöka och visa på ett objektiva orsak- och verkanförhållande mellan fas och ljud så är det bara naturligt att använda sig utav en metod som är ämnad åt att undersöka just denna typen utav skeenden.

Insamling utav empiri

Den empiri som samlades in för denna undersökning samlades in under en studioinspelning utav ett akustiskt trumset. Inspelningen skedde i Höskolan Dalarnas ljudstudio och inspelningen präglades utav en strävan efter att uppnå ett trumljud som är, enligt rådande konventioner och ljudideal, representativt för hur obehandlade trumspår låter.

Detta tillvägagångssätt tillämpades då det i den följande analysen utav empirin inte skulle vara själva trumspårens grundljud som var i fokus, utan hur fasförhållandena imellan dessa spår påverkar ljudet. För att ytterligare rikta fokus bort från själva grundljudet så spelades trummorna utav en trumslagare som har vana både vid studioinspelningar och konserter, en person som har spelat trummor i många år.

Vad detta innebär för empirin är att själva trumspillet i sig inte blir föremål för diskussion då instrumentet spelas utav en erfaren och skicklig trumslagare. I enlighet med Vetenskapsrådets Codex bör etiska övervägningar göras då forskning involverar personer utöver forskaren själv. Då forskningen i fallet med denna kandidatuppsats inte rör några känsliga ämnen behövdes inga forskningsetiska ställningstaganden övervägas. Trumslagaren ställde frivilligt upp på att spela trummor i studion under empiriinsamlingen och hen föredrog att vara anonym och således finns trumslagarens namn ej utskrivet.

Vidare så användes inom branschen erkända och väl beprövade mikrofoner och mikrofonplaceringar vid inspelningen och de element utav en truminspelning som oftast spelas in med ett stereopar spelades in med en X/Y-stereoteknik. Detta gjordes för att se till att fasförhållandet mellan mikrofoner som har samma syfte ligger i fas med varandra, alltså lämpar sig X/Y eller någon annan stereoteknik där mikrofonernas membran är så nära varandra som fysiskt möjligt bäst för detta ändamål.

Vid inspelningen gjordes även en del åtgärder för att minimera fasrelaterade aspekters påverkan som faller utanför den här uppsatsens intresseområde. Då studion där experimentet ägde rum i har väggar som går att rotera för att ändra väggytans material och således påverka akustiken behövdes ett val av väggyta göras.

Då jag strävade efter att motverka rummets reflektioner vilka kan ge upphov till kamfilter-effekter så valdes den väggyta gjord utav absorberande material.

För att motverka fasinvertering utav vissa signaler och i förläggning den destruktiva interferens som dessa medför så såg jag till att samma ljudhändelse började med samma amplitudsvängning på alla kanaler.

Denna åtgärd ansågs lämplig då korrektion utav signalernas polaritet hör till god arbetspraxis vid studioinspelningar, det stämmer alltså överens med min strävan efter allmängiltigt trumljud enligt gällande konventioner och ljudideal.

Det trumset som användes vid inspelningen bestod utav en bastrumma, en virveltrumma, två hängpukor, en golvpuka, två crash-cymbaler, en ride-cymbal samt en hi-hat. Just denna konfiguration användes då det är en vanligt förekommande uppsättning utav trummor som även ger ett för denna studie tillräckligt med olika möjligheter att undersöka gällande ljudet.

Bastrumman spelades in med två mikrofoner, en Shure Beta 91 placerad inuti själva trumman, riktad mot det ställe där klubban slår emot trumskinnets samt en AKG D112 som var placerad vid hålet i trummans ytterskinn. Dessa mikrofoner valdes då de är mycket vanligt förekommande för just dessa ändamål och även designade för just inspelningar utav bastrummor. Även virveltrumman spelades in med två mikrofoner, två stycken Shure SM57:or. Den som spelade in överskinnets var placerad någon centimeter över kanten, riktad in mot trummans mittpunkt. För virveltrummans underskinn placerades mikrofonen på samma sätt, fast under trumman.

Valet av mikrofoner på virveln grundade sig i det faktum att just dessa mikrofoner på dessa positioner är det vanligaste sättet att spela in en virveltrumma på.

Valet av mikrofon för att spela in pukorna stod mellan Shure SM57:or och Sennheiser MD421:or. Valet stod mellan just dessa mikrofoner då dessa har, liksom SM57:an på virvel, visat sig fungera bra för dessa ändamål och blivit lite av en standard hos många etablerade ljudtekniker. Vid denna inspelning valdes 421:orna då dessa har bättre frekvensåtergivning i det lägre registret, något som är viktigt att få med vid analysen av empirin då teorin kring fas antyder att lägre frekvenser påverkas mest.

Dessa mikrofoner placerades liksom de som spelade in virveltrumman, alltså någon centimeter ovanför trummans kan, riktad in mot dess mittpunkt.

Eftersom det kan vara svårt att uttyda något "klassiskt" mikrofonval när det kommer till överhängs- och ambiensinspelningar så låg fokus vid inspelningen utav empirin snarare på att välja mikrofoner med så rak frekvensåtergivning som möjligt samt att både överhängs- och rumsmikrofonerna var av samma typ.

Detta för att undvika eventuella färgningar av ljudet som kan förvränga testresultaten vid ett senare stadie. Således valdes AKG SE 300B (CK 91-kapsel) till dessa ändamål. Eftersom detta är småmembranskondensatormikrofoner kunde avståndet mellan membranen bli mindre i en X/Y-stereokonfiguration jämfört med de stormembranskondensator-alternativ som fanns att tillgå.

Analys av empirin

Analysen utav empirin gjordes genom att i efterhand manipulera tidsförhållandet mellan ljudspåren i fråga i en DAW och sedan dokumentera ändringar i frekvensspektrumet med hjälp utav en digital spektrumanalysator i form utav en plug-in.

Valet att manipulera tidsförhållandena i efterhand gjordes då manipulation utav tidsskillnaderna genom förflyttningar utav mikrofonerna i studion vid inspelningen skulle medföra en rad problem. Dels så skulle de trumtagningar som spelades in skilja sig åt, oavsett hur bra trumslagaren är och dessutom skulle varje tagning präglas utav olika mycket reflektioner då olika positioner i ett rum ter sig olika rent akustiskt.

Alltså lämpar sig den valda metoden bäst då empirin som undersöks kommer ifrån samma tagning och förflyttningar utav spåren i tid medför ingen annan effekt än just förändringar i fasförhållanden.

Den DAW som användes vid analysen var Pro Tools, just detta program användes då Pro Tools är branschstandard vid inspelning utav akustiska ljudkällor.

Dessutom är möjligheterna för att korrigera och manipulera fasförhållanden goda i detta program.

Vid analysen utav ljudspåren så ställdes volymen på de individuella spåren i Pro Tools på så vis att de vågformer som undersöktes var lika starka vid samma ljudhändelse. När testerna rörande den andra frågeställningen skulle genomföras ställdes nivåerna på ett sådant sätt så att den närmickade signalen var 3dB starkare än samma ljudhändelse inspelad i överhängs- eller ambiensmikrofoner.

Vad denna nivåskillnad medför är en förlängning utav det tidsintervall där man upplever en sammanslagning utav två liknande ljud till cirka 80 millisekunder (Everest & Pohlmann, 2009 s. 60-61). Detta tillvägagångssätt vid testerna rörande frågeställning två tillämpades då överhängs- och ambienssignaler generellt sett mixas svagare än signaler ifrån närmickningar utav enskilda beståndsdelar i ett trumset.

Således behövdes denna korrigering i signalstyrka göras för att inte överskatta fasens påverkan i sammanhanget allt för mycket.

Signalerna som undersöktes summerades genom att respektive kanal hade samma bus som utgång, sedan skapades en aux-kanal med denna bus som ingång.

På denna aux-kanal lades sedan spektrumanalysator-plug-inen som en insert för att mäta frekvensinnehållet i den summerade signalen.

Tidsförhållandet mellan de signaler som undersöktes manipulerades genom förflyttningar utav spåren med hjälp utav nudge-funktionen i Pro Tools.

Då den oberoende variabeln i detta experiment har ett mycket stort antal instanser behövdes ett urval utav specifika tidsskillnader göras.

Först mättes frekvensinnehållet i summeringen utav signalerna utan någon manipulering utav fasen.

Detta användes som kontrollgrupp i experimentet och representerar hur obehandlade inspelade trummor låter med de fasförhållanden som uppstår naturligt vid en inspelning då ljudet tar olika lång tid att nå diverse mikrofoner.

För att kunna bilda en uppfattning om hur fasen påverkar ljudet inom det tidsspänn som Haas-effekten medför testades därefter de två tidsextremer som ryms inom teorin om fas gällande liknande ljudspår.

Alltså testades dels ett fasförhållande där samma ljudhändelse i de vågformer som var föremål för analysen i fråga började vid exakt samma tidpunkt samt ett fasförhållande där tidsskillanden mellan vågformerna var precis på gränsen att uppfattas som två distinkta ljud. Eftersom teorin om hur kamfilter fungerar säger oss att små tidsskillnader ger upphov till mer märkbara effekter på ljudet var det rimligt att fokusera undersökningen på denna typen utav fasförhållanden (Everest & Pohlmann, 2009 s. 135-150). Utav denna anledning testades, utöver tidigare nämnda fasförhållanden, även fasens påverkan på ljudet vid tidsförskjutningar med 1, 2, 3, 4, 5, 10 och 15 millisekunder.

Något som är viktigt att ha i åtanke gällande hörbarheten utav de kamfilter som dessa fasförhållanden medför är örats kiritska frekvenser och bandbredden på dessa.

Center Frequency (Hz)	Width of Critical Band* (Hz)
100	38
200	47
500	77
1,000	128
2,000	240
5,000	650

*Calculated equivalent rectangular band as proposed by Moore and Glasberg.

TABLE 10-1 Auditory Critical Bands

(Everest & Pohlmann, 2009. Sid. 142)

För att göra det lättare att sätta sig in i och förstå fasens påverkan har fokus vid analysen legat på förändringar i dessa frekvensband. Vid varje instans där en mätning har genomförts har frekvensinnehållet vid dessa frekvensband dokumenterats i syfte att kunna jämföra förändringar imellan de olika fasförhållandena. Utöver dessa frekvensband så har förändringar som är värda att notera i övriga register dokumenterats i syfta att inte förbise förändringar utanför örats kritiska områden som i många fall också medför en tydligt hörbar skillnad.

För att finna svar på den första frågeställningen behövdes jämförelser göras mellan signaler som var inspelningar utav samma element i trumsetet på nära avstånd.

Vanligtvis så är bastrumma och virveltrumma sådana beståndsdelar i ett trumset som spelas in med mikrofoner på olika positioner. I fallet med bastrumman så var en mikrofon placerad inuti själva trumman, riktat mot det ställe där klubban träffar skinnet.

Den andra mikrofonen var placerad vid hålet på bastrummans frontskinn.

Gällande virveltrumman så är det vanligt att spela in både över- och underskinnet och således gjordes det även vid inspelningen utav empirin. Dessa två signalpar blev det material som analyserades för att undersöka hur två närmickade signaler utav samma beståndsdel i ett trumset påverkas utav fasen när de summeras.

Vid de analyser som rörde den andra frågeställningen om hur fasrelationen mellan diverse närmickade trumdelar och överhängs- och rumsmikrofoner fanns det mer fall att undersöka. Samtliga element i trumsetet, alltså i detta fall bastrumman, virveltrumman, två hängpukor och en golvpuka, analyserades var för sig tillsammans med överhängsmikrofonerna. Dessutom testades fasens påverkan mellan närmickade inspelningar utav virveltrumma och bastrumma tillsammans med rumsmikrofonerna. Just dessa två element testades mer utförligt än pukorna då dessa genrellt sett är viktigare i en produktion enligt rådande ljudideal och konventioner.

Resultat och analys

I detta kapitel presenteras de spektrumanalyser som gjordes på den empiri som samlades in för denna undersökning. Kontrollgruppen, alltså signalsummeringen utav de spår med okorrigerade fasförhållanden visas som 0dB i de tabeller som presenteras. Frekvensinnehållet i resterade signalsummeringar med olika fasförhållanden har sina signalstyrkor i respektive frekvensband dokumenterade i relation till samma frekvensband i kontrollgruppen. Analysen utav resultaten sker integrerat med presentationen utav de framställda tabellerna.

Hur påverkar fasen ljudet då en beståndsdel i trumsetet är inspelat med flera mikrofoner på nära avstånd?

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+4dB	+/-0dB	-3dB	+3dB	+/-0dB	-1dB
Ur fas: 1 ms	+2dB	-1dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB	+2dB
Ur fas: 2 ms	+/-0dB	-9dB	-3dB	+2dB	+/-0dB	+2dB
Ur fas: 3 ms	-2dB	-1dB	+/-0dB	+2dB	+/-0dB	+1dB
Ur fas: 4 ms	-8dB	+3dB	-2dB	+2dB	-1dB	+1dB
Ur fas: 5 ms	-8dB	+2dB	-2dB	+2dB	+/-0dB	+1dB
Ur fas: 10 ms	+3dB	+1dB	-2dB	+6dB	+1dB	+2dB
Ur fas: 15 ms	-6dB	+2dB	+/-0dB	+4dB	+/-0dB	+2dB

Tabell 1: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan två mikrofoner på olika positioner som spelar in en bastrumma.

Det frekvensområde som blev påverkat mest utav fasförhållandet mellan de två signalerna från mikrofonerna som spelade in bastrumman var området kring 100Hz. Som mest var det frågan om en skillnad på 12dB i detta område vilket tyder på att då signaler av dessa typer är fyra eller fem millisekunder förskjutna ifrån varandra uppstår kraftig destrukтив interferens i detta kritiska frekvensområde för en bastrumma. Även vid 200Hz var det fråga om en maximal skillnad på 12dB men i detta fall innebar majoriteten utav fasförhållandena relativt små förändringar i frekvensområdet.

Däremot så innebar en förskjutning med två millisekunder en stark förlust utav 200Hz. Vid de övriga frekvensbanden var fasens påverkan inte lika påtaglig, med undantag för 1kHz. Vid detta band innebar en fasförskjutning med 10 millisekunder en ökning med 6dB.

Om man bara kollar på de frekvensband som tabellen visar kan man tro att ett fasförhållande där de två signalerna är 10 millisekunder ifrån varandra nästan går att likställa med signalernas samverkan då de är i fas. Dock så innebar både "Ur fas: 10 ms" och "Ur fas: 15 ms" markanta försvagningar i området under 100Hz. Dessa frekvenser är i många sammanhang åtråvärda i en bastrumma och således skulle något utav de övriga fasförhållandena föredras.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+/-0dB	+/-0dB	+3dB	+7dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 1 ms	+/-0dB	-1dB	+/-0dB	+7dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 2 ms	-1dB	-6dB	+1dB	+7dB	+/-0dB	+/-0dB
Ur fas: 3 ms	-2dB	-12dB	+/-0dB	+7dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 4 ms	-1dB	-4dB	+3dB	+6dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 5 ms	+/-0dB	-1dB	+1dB	+6dB	-2dB	-1dB
Ur fas: 10 ms	+1dB	-2dB	+2dB	+3dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 15 ms	+1dB	-2dB	+2dB	+1dB	+1dB	-1dB

Tabell 2: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan två mikrofoner på olika positioner som spelar in en virveltrumma.

Vid summeringen utav signalerna ifrån mikrofonerna som spelade in över- och underskinn på virveltrumman var signalstyrkan i frekvensområdet vid 100Hz i stor sett lika för alla fasförhållanden. Detta var dock väntat då en virveltrumma inte har så mycket information i detta register. I frekvensområdet kring 200Hz där virveltrumman i fråga hade sin grundton uppstod som väntat större förändringar i och med att de två signalerna hade mer information här. När dessa signaler var två eller tre millisekunder ur fas uppmättes den största mängden destruktiv interferens i frekvensområdet kring 200Hz. Vid övriga fasförhållanden var den destruktiva interferensen inte lika påtaglig. Vid frekvensområdena runt 500, 2000 och 5000Hz hade de testade fasförhållandena liten påverkan på den uppmätta signalstyrkan vid dessa frekvenser.

I frekvensområdet kring 1kHz skiljde sig det okorrigerade fasförhållandet mycket ifrån de flesta övriga fasförhållandena. Jämfört med summeringen utav de två okorrigerade signalerna så hade de flesta övriga testade instanser påtagligt starkare signal vid 1kHz.

Alltså finns det en god anledning att justera fasförhållandet mellan mikrofonerna som spelar in över- och underskinnet på en virveltrumma ifall det trumljud man är ute efter skulle lida utav denna förlust.

Hur påverkar fasrelationen mellan rumsmikrofoner/övertåg och närmikrofoner ljudet?

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+1dB	+15dB	+4dB	+/-0dB	+/-0dB	-2dB
Ur fas: 1 ms	+1dB	+13dB	-4dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB
Ur fas: 2 ms	+1dB	+8dB	+5dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB
Ur fas: 3 ms	-1dB	-1dB	-4dB	+/-0dB	-2dB	+/-0dB
Ur fas: 4 ms	-1dB	+10dB	+3dB	+/-0dB	-3dB	-1dB
Ur fas: 5 ms	-1dB	+13dB	-5dB	+/-0dB	+1dB	-2dB
Ur fas: 10 ms	+1dB	+14dB	+4dB	-1dB	-1dB	+1dB
Ur fas: 15 ms	-1dB	+14dB	+1dB	+1dB	-2dB	+/-0dB

Tabell 3: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in överskinnet på en virveltrumma och ett stereopar som agerar överhängsmikrofoner.

Likt summeringen utav de två mikrofonerna som spelade in virveltrumman så innebär en signal ifrån virvelns överskinns samklang med överhängssignaler ingen stor skillnad i frekvensområdet kring 100Hz. Däremot uppmättes stora skillnader i 200Hz-området. Som mest skiljde det 16dB i signalstyrka och således bör en övervägning utav fasförhållandet mellan dessa signaler övervägas ifall virvelns grundton skall bevaras. Även frekvensinnehållet runt 500Hz visade sig påverkas kraftigt utav fasen mellan dessa vågformer.

För de testade fasförhållandena uppstod ett periodiskt mönster med konstruktiv och destruktiv interferens i detta område vilket tyder på att det finns klart fördelaktiga fasförhållanden mellan dessa vågformer beroende på hur mycket information man vill ha i detta register.

Vid de fasförhållanden där signalerna var två, fyra och 15 millisekunder ur fas samt när de var i fas uppmättes även en peak vid cirka 600Hz.

Vad detta innebar för ljudet var att virveltrummans ringande var mer tydligt hörbart då det inte drabbades utav destruktiv interferens, vilket var fallet vid övriga fasförhållanden. Runt 1kHz var fasens påverkan näst intill obetydlig och vid högre frekvenser än så var påverkan inte lika påtaglig som vid de lägre frekvenserna.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+/-0dB	+1dB	+4dB	+/-0dB	-1dB	-1dB
Ur fas: 1 ms	-1dB	+1dB	-3dB	+1dB	+/-0dB	-2dB
Ur fas: 2 ms	-1dB	+/-0dB	+1dB	+1dB	+1dB	-1dB
Ur fas: 3 ms	+1dB	-4dB	-3dB	+/-0dB	+1dB	+2dB
Ur fas: 4 ms	+1dB	-1dB	+1dB	+/-0dB	+/-0dB	-1dB
Ur fas: 5 ms	+1dB	+/-0dB	-3dB	+/-0dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 10 ms	+/-0dB	-1dB	+4dB	-1dB	-1dB	-1dB
Ur fas: 15 ms	+1dB	-1dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB	+1dB

Tabell 4: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in överskinnet på en virveltrumma och ett stereopar som agerar ambiensmikrofoner.

De uppmätta resultaten utav samklangen mellan en signal ifrån en mikrofon som spelar in överskinnet på en virveltrumma och stereosignalen ifrån rumsmikrofonerna tyder på att dessa ljud skiljer sig för mycket ifrån varandra för att deras fasförhållande skall ha en stor påverkan på frekvensinnehållet i summeringen. Likt fasens påverkan vid samklangen mellan virveltrumma och överhäng så uppmättes den största graden av interferens vid 200 och 500Hz. Dock så rörde det sig inte om lika stora skillnader i signalnivå vid de olika frekvensområdena.

Den största destruktiva interferensen som uppmättes uppstod utanför örats kritiska frekvensområden, runt 300Hz. De fasförhållanden där signalerna var fyra och 15 millisekunder ur fas gav upphov till en kraftig försvagning utav området kring denna frekvens. Utöver det så kan man slå fast att fasen inte har en avgörande effekt på frekvensinnehållet i fallet med virveltrummans samklang med ambiensinspelningen.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB	+2dB
Ur fas: 1 ms	+/-0dB	-1dB	-4dB	+/-0dB	+2dB	+1dB
Ur fas: 2 ms	-1dB	-3dB	-3dB	+/-0dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 3 ms	-1dB	-4dB	-4dB	+/-0dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 4 ms	-1dB	-2dB	-1dB	+/-0dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 5 ms	-2dB	+/-0dB	-1dB	+/-0dB	+/-0dB	-1dB
Ur fas: 10 ms	+/-0dB	-1dB	-1dB	+/-0dB	+2dB	-1dB
Ur fas: 15 ms	-3dB	-1dB	-2dB	+/-0dB	+2dB	+/-0dB

Tabell 5: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in överskinnet på en hängpuka (Mått: 10"x8") och ett stereopar som agerar överhängsmikrofoner.

Det frekvensområde som påverkades mest utav fasen mellan signalen ifrån den mikrofon som spelade in den minsta hängpukan i trumsetet och stereosignalen ifrån överhänget låg runt pukans grundton, cirka 160Hz. Den största mängden destruktiv interferens uppstod då signalerna var 3 millisekunder ur fas, då var detta frekvensband försvagat med 15dB jämfört det korrigerade fasförhållandet.

Även då signalerna var två, fyra, tio och 15 millisekunder ur fas vart grundtonen attenuerad, dock inte till lika stor grad då det rörde sig om 4-10dB.

Vid 100Hz var fasens påverkan något mer märkbar i jämförelse med virveltrummans samklang med överhängen av den anledning att en puka har mer information i detta register än en virvel.

Då hängpukans grundton vid området kring 160Hz var det frekvensband i det lägre mellanregistret där ljudets fokus låg fanns det inte lika mycket information runt 200Hz. Således uppstod inte särskilt märkbara interferensmönster för samtliga fasförhållanden vid dessa frekvenser. Vid 500Hz uppstod viss destruktiv interferens men vid frekvenser högre än detta hade fasen knappt någon påverkan över huvud taget.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+/-0dB	+7dB	+/-0dB	+2dB	+2dB	-1dB
Ur fas: 1 ms	+1dB	+7dB	+/-0dB	+2dB	+/-0dB	+1dB
Ur fas: 2 ms	+/-0dB	+3dB	+/-0dB	+2dB	+/-0dB	-1dB
Ur fas: 3 ms	-1dB	-2dB	+/-0dB	+2dB	+1dB	-2dB
Ur fas: 4 ms	-2dB	+/-0dB	+/-0dB	+2dB	+2dB	-2dB
Ur fas: 5 ms	-5dB	+5dB	-1dB	+2dB	+1dB	-2dB
Ur fas: 10 ms	+/-0dB	+6dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB	-1dB
Ur fas: 15 ms	-4dB	+6dB	-1dB	-2dB	+/-0dB	-2dB

Tabell 6: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in överskinnet på en hängpuka (Mått: 12"x9") och ett stereopar som agerar överhängsmikrofoner.

Den något större hängpukan hade sin grundton kring 140Hz och likt fasens uppmätta påverkan på den mindre hängpukan var det vid detta frekvensband som de största förändringarna skedde.

Då signalerna var tre, fyra och fem millisekunder ur fas, samt då fasförhållandet var okorrigerat uppstod den största destruktiva interferensen i grundtonens frekvensband. Jämfört med den mindre hängpukan så hade fasen större påverkan på både 100 och 200Hz. Således är vissa fasförhållanden mer lämpliga då både grundton samt frekvenser i det låga registret och lägre mellanregistret önskas behållas.

För frekvenser vid och över 500Hz hade fasförhållandet en minimal påverkan likt fallet med den mindre hängpukan.

Däremot så uppmättes stark destruktiv interferens vid 400Hz då signalerna var en, fyra, tio och 15 millisekunder ur fas. Vad detta innebär för en ljudteknikers ställningstagande angående faskorrigerings utav denna sortens hängpukor är att de flesta fasförhållanden där signalerna är ur fas medför relativt stora förluster i många frekvensband, något som inte alltid är eftertraktat.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerad	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+/-0dB	+4dB	-3dB	+/-0dB	-1dB	+1dB
Ur fas: 1 ms	+/-0dB	+4dB	-1dB	-1dB	-1dB	+1dB
Ur fas: 2 ms	+1dB	+2dB	+/-0dB	+/-0dB	-1dB	+1dB
Ur fas: 3 ms	+/-0dB	-1dB	-1dB	+/-0dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 4 ms	-1dB	+4dB	-1dB	-1dB	+/-0dB	+/-0dB
Ur fas: 5 ms	-3dB	+5dB	+/-0dB	+/-0dB	-2dB	+1dB
Ur fas: 10 ms	-2dB	+5dB	-1dB	-1dB	-1dB	+1dB
Ur fas: 15 ms	-3dB	+4dB	-2dB	-1dB	+/-0dB	+/-0dB

Tabell 7: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in överskinnet på en golvpuka (Mått: 14"x12") och ett stereopar som agerar överhängsmikrofoner.

Golvpukans grundton låg vid cirka 120Hz och likt de två hängpukorna var det i detta register som fasen hade störst påverkan. Däremot så var det inte lika många fasförhållanden i jämförelse med den större hängpukan som gav upphov till destruktiv interferens vid grundtonen. I fallet med golvpukan var det då signalerna var fyra, fem eller 15 millisekunder ur fas som grundtonen attenuerades kraftigt. I det närliggande frekvensbandet vid 100Hz var dock fasens påverkan intressant nog inte lika påtaglig som i fallet med den större hängpukan även ifall golvpukan hade mer information i detta register.

Den påverkan som de olika fasförhållandena hade på signalstyrkan i 200Hz-området visar på att ett okorrigerat fasförhållande tillsammans med viss fasförskjutning kan medföra ganska stora försvagningar i detta frekvensband. Således skiljer sig inte golvpukan ifrån de två hängpukorna i det avseende att de alla kan, i samklang med överhänget, ge upphov till signalsummeringar med vitt skilda frekvensinnehåll i de lägre frekvenserna beroende på vilket fasförhållande som finns mellan signalerna. Gällande de högre frekvenserna så hade de olika fasförhållandena en minimal påverkan på signalstyrkan utav dessa frekvenser.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerad	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	-6dB	-1dB	+/-0dB	+1dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 1 ms	-3dB	-2dB	+4dB	+1dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 2 ms	-1dB	-1dB	+4dB	+1dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 3 ms	+1dB	-1dB	+4dB	+1dB	-1dB	+/-0dB
Ur fas: 4 ms	+2dB	+/-0dB	+3dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB
Ur fas: 5 ms	+/-0dB	-2dB	+4dB	+/-0dB	+0dB	+/-0dB
Ur fas: 10 ms	-6dB	-1dB	+3dB	+/-0dB	+/-0dB	+/-0dB
Ur fas: 15 ms	+2dB	-2dB	+4dB	+/-0dB	-1dB	+/-0dB

Tabell 8: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in en bastrumma och ett stereopar som agerar överhängsmikrofoner.

När det gäller fasens påverkan på bastrumman och överhängets samklang så är den överlag mindre påtaglig i jämförelse med de andra mätningarna som har genomförts.

Detta tyder på att inspelningen utav ett bastrummeslag i de olika mikrofonerna, på de vitt skilda positionerna har en såpass olik karaktär att fasförhållandet inte ger upphov till det väntade resultatet.

Det frekvensområde som påverkades utav interferens till störst grad var som väntat frekvensbandet kring 100Hz. Dock så innebar signalernas samklang när de var i fas inte den konstruktiva interferens som förväntat. Detta fasförhållande medförde istället en destruktiv interferens på 6dB samt en markant förlust utav subbas.

Ett liknande resultat uppmättes då signalerna var tio millisekunder ur fas med varandra och således är dessa två fasförhållanden ofördelaktiga ifall man önskar bevara dessa frekvenser hos en bastrumma.

Vid 500Hz gav alla fasförhållanden förutom det okorrigerade och det korrigerade upphov till viss konstruktiv interferens men vid övriga frekvensband var signalstyrkan näst intill opåverkad. Alltså följer även detta i övrigt avvikande resultat det etablerade mönstret att fasens påverkan på de högre frekvenserna är liten i sitt sammanhang.

Fasförhållande	100Hz	200Hz	500Hz	1kHz	2kHz	5kHz
Okorrigerat	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
I fas	+3dB	+2dB	+1dB	-2dB	+1dB	-1dB
Ur fas: 1 ms	+3dB	+2dB	+2dB	-2dB	+1dB	+1dB
Ur fas: 2 ms	+3dB	+1dB	+1dB	-1dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 3 ms	+3dB	+/-0dB	+1dB	-1dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 4 ms	+2dB	+1dB	+1dB	-2dB	+1dB	-1dB
Ur fas: 5 ms	+3dB	+1dB	+1dB	-2dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 10 ms	+1dB	+2dB	+1dB	-2dB	+1dB	+/-0dB
Ur fas: 15 ms	+3dB	+1dB	+1dB	-2dB	+1dB	+/-0dB

Tabell 9: Förändringar i signalstyrka vid örats kritiska frekvenser vid olika fasförhållanden mellan en mikrofon som spelar in en bastrumma och ett stereopar som agerar ambiensmikrofoner.

Likt fasens påverkan vid samklngen mellan den närmickade bastrumman och överhängen så var påverkan även i detta fall mindre, ställt emot olika fasförhållandens påverkan på andra element i ett trumsets samverkan med liknande vågformer. Även ifall den påverkan som fasen hade i detta sammanhang var liten jämförelsevis så visar de uppmätta resultaten på en påverkan som stämmer mer överens med den teoretiska bakgrunden.

Här bidrar ett fasförhållande där signalerna i fråga är i fas med varandra till konstruktiv interferens snarare än destruktiv interferens vilket fallet var mellan överhäng och den närmickade bastrumman.

Det är i just detta frekvensregister som den mest regelbundna påverkan observerades men det är även värt att nämna att då signalerna var fyra, fem och 15 millisekunder ur fas så uppstod en stark attenuering strax över 100Hz.

Likt samklngen mellan bastrumma och överhäng så medförde en fasförskjutning med tio millisekunder en kraftigt minskad återgivning utav subbas i signalsummeringen.

Även dessa mätningar visar på att högre frekvenser inte påverkas kraftigt utav olika fasförhållanden.

Slutsatser

Ur de resultat som presenterats i detta kapitel kan man urskilja ett antal mönster gällande fasens påverkan på frekvensinnehållet i summeringen utav två liknande vågformer.

Det mest relevanta mönster som de genomförda mätningarna visar på är att det främst är lägre frekvenser som påverkas av såväl destruktiv som konstruktiv interferens. Detta mönster var dock väntat att framträda då de teorier som existerar kring fenomenet fas idag pekar på att just detta frekvensområde är det som påverkas till störst grad. Detta kan även ge en förklaring till det resultat som presenteras i uppsatsen *Motverka fasutsläckningar av grundtonerna för trummorna i ett akustiskt trumset vid inspelning och mixning* (Nordin, 2007 s. 1-43).

I sin forskning kring fasens påverkan på grundtonerna i ett akustiskt trumset visade det sig att trumspår som var faskorrigerade beskrevs som "större", något som utan tvekan beror på att dessa spår inte lider utav den kraftiga destruktiva interferens som vissa fasförhållanden kan ge upphov till.

Om man lyfter fram exemplet där de två signalerna ifrån närmickningar utav en bastrumma undersöktes blir det svårt att bortse ifrån fasens påverkan. I detta exempel kunde en skillnad på några få millisekunders fasförskjutning medföra en attenuering med 12dB vid 100Hz, vilket är ett centralt frekvensområde för bastrummor.

Med kunskap om hur fasen påverkar detta frekvensband kan en ljudtekniker komma närmare det eftersträvade ljudet genom att korrigera fasen efter tycke och smak och på så sätt forma ljudet utan att gå direkt till en equalizer. Med fasens påverkan på summeringen utav bastrumma och överhäng som enda undantag så visade det sig att ett fasförhållande där de liknande vågformerna låg i fas med varandra så medförde detta konstruktiv interferens. Således kan en metod för att bibehålla det lägre frekvensinnehållet i sina truminspelningar vara att helt enkelt se till att flytta inspelade ljudspår som är förskjutna till en position där samma ljudhändelse börjar vid samma tidpunkt.

Ett annat mönster som undersökningens resultat visade på var att högre frekvenser inte påverkades i lika stor grad som lägre frekvenser. Detta resultat går emot den teoretiska bakgrund som mycket utav det som skrivits om fas vilar på. I det som finns att läsa om fas lyfts ofta exempel fram där två identiska vågformer spelas upp samtidigt, där den ena är ur fas med den andra.

Detta ger upphov till ett kamfilter med periodiska toppar och dalar i hela frekvensspektrumet. Det resultatet av denna studie visar på är att liknande ljudspår med olika fasförhållanden, alltså inte identiska ljudspår, primärt ger upphov till ett icke-periodiskt interferensmönster som är fokuserat i det lägre registret.

Vad detta innebär rent praktiskt för en ljudtekniker är att de ställningstaganden och beslut man fattar kring faskorrigerings bör röra just det lägre registret då man med stor säkerhet kan anta att det högre registret kommer förbli relativt oförändrat utav de faskorrigerings man gör eller inte gör.

Vidare så uppstod ett annat mönster i resultaten, nämligen att det för det mesta var de fasförhållanden där vågformerna bara var några få millisekunder ur fas som gav upphov till den största påverkan i form av både konstruktiv och destruktiv interferens. Då de liknande vågformerna var tio eller 15 millisekunder ur fas resulterade detta överlag i mindre förändringar i den summerade signalens frekvensinnehåll.

I relation till den tidigare forskningen kring liknande vågformers interaktioner med varandra så var dock detta resultat oväntat. Därför blir de fall där dessa fasförhållanden med den största tidsskillnaden mellan signalerna medförde en stor förändring i frekvensinnehållet mer intressanta. Till exempel så visade mätningarna att dessa fasförhållanden innebar en försvagning utav de allra lägsta frekvenserna i det hörbara spektrumet i de fall då en närmickad signal utav en basstrumma interagerade med andra liknande vågformer.

Om man som ljudtekniker känner sig osäker på hur man skall faskorrigera de ljudspår man arbetar med kan man i vissa fall uppnå frekvensinnehåll likt det i en signalsumming utav liknande ljudspår som är i fas genom att fördröja ena signalen med 10-15 millisekunder. Tillämpar man denna metoden bör man dock vara medveten om, speciellt ifall man arbetar med trumspår som önskas ha information i subbasen, att de allra lägsta frekvenserna kan lida utav detta. Dessutom kan dessa lite längre fördröjningar påverka mer psykoakustiska aspekter utav ljud, något som Salar Gorgees forskning visar på (Gorgees, 2007 s. 6-32). Resultatet utav denna forskning tyder på att olika mikrofonkonfigurationer på olika avstånd och således trumspår med olika fasförhållanden kan påverka aspekter av ljudet såsom ljudbild och lokalisering utav enskilda element i trumsetet.

Sammanfattningsvis så visade resultaten av denna studie på flera mönster gällande fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav trummor.

Dessa mönster gjorde sig i de allra flesta fallen gällande på den empiri som framställts för att svara på studiens båda forskningsfrågor, alltså har fasen lika stor betydelse för enkilda element i ett trumset som spelas in med flera mikrofoner som för samklngen mellan dessa enskilda element och diverse inspelningar från ett större avstånd.

De presenterade resultaten ger en bättre förståelse för vilken sorts konstruktiv och destruktiv interferens som kan väntas uppstå samt hur man kan manipulera fasen för ett eftersträvat ljud då man arbetar med trumspår.

Diskussion

De mest framträdande resultaten med denna studie visar på att fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav trummor inte bör underskattas. En del utav syftet med den här kandidatuppsatsen var att problematisera det till synes invanda tankemönster som många ljudproducenter och ljudtekniker att fasens påvekan är minimal.

Med de resultat som presenterats i hand framstår detta ställningstagande som underligt. När det gång på gång gått att se en stor påverkan vid centrala frekvenser både för människans hörsel och vid andra kritiska frekvensband för diverse trumdelar råder det som sagt ingen tvekan om att ett noga övervägt faskorrigerande bör vara god arbetspraxis vid arbete med trumspår. Hur kommer det sig då att vissa etablerade och högt aktade ljudtekniker och producenter minimerar fasens påverkan till ett icke-problem?

Det mest troliga svaret är att dessa tekniker antingen har en sorts tyst, erfarenhetsbaserad kunskap kring fasens påverkan eller att de har utvecklat metoder för att motarbeta fasens påverkan i sina produktioner. En erfaren tekniker kanske inte aktivt tänker på fasförhållanden när han placerar mikrofoner för att spela in en bastrumma, men med den erfarenhet som hans år av arbete i en studio gett upphov till leder till att vissa positioner föredras över andra. Eller så är teknikern i fråga såpass erfaren att han har utvecklat metoder för att motverka olika fasförhållandens påverkan på diverse signalers samklang i post-produktionsstadiet. Kanske är det utav denna anledning man ofta stöter på tekniker som rekommenderar att man skär bort lägrefrekvensinnehåll i diverse distansmikrofoner vid en truminspelning.

Det kanske helt enkelt är en metod för att motverka fasens påverkan som tillämpas utan att teknikern i fråga ger någon förklaring då det för honom är självklart att göra på detta vis.

Gällande hur väl undersökningens forskningsfrågor har besvarats utav dessa resultat så skulle jag säga att denna undersökning ger tillräckliga svar på de frågor som konkretiseringen utav syftet ledde till. De mönster som framträdde utav resultaten gick i de allra flesta fallen att applicera på empirin framtagen för att svara på de båda forskningsfrågorna.

Med den kunskap som dessa mönster medför kan man som tekniker göra mer vetenskapligt grundade beslut angående fasförhållanden i sina produktioner. Detta är något som jag länge sökt information om då mycket utav det som stått skrivet om fas tidigare har varit högst subjektivt och lagts fram utan någon vidare förklaring.

Rörande studiens validitet uppstår dock ett par problem. Även ifall åtgärder vid empiriinsamlingen har syftat till att göra empirin almängiltigt korrekt i relation till rådande ljudideal och konventioner så kvarstår det faktum att sällan låter två truminspelningar exakt lika. Man skulle kunna kritisera denna studie och säga att det inte går att dra några övergripande slutsatser utav dessa resultat då det bara rör sig om en enskild inspelning.

Har man dessa tankar kring arbetet har man dock missat poängen med denna studie.

Då forskningsläget inom detta väldigt nischade område utav ljudtekniken inte erbjuder några vetenskapliga beskrivningar om fasens påverkan vid hantering utav trumspår så skall denna studie ses mer som ett första steg mot vidare forskning inom området.

Att göra flera inspelningar med olika trumset, olika trumslagare i olika akustiska miljöer och sedan enligt mina metoder analysera denna empiri skulle producera forskning med större validitet.

Med de avgränsningar som just min studie hade var det dock omöjligt att uppnå denna graden av validitet, studien skulle helt enkelt bli för omfattande för en kandidatuppsats.

Således bör denna studie som sagt ses som ett första steg mot vidare forskning kring fasens påverkan i olika sammanhang, ett bevis på att fasen faktist spelar någon roll.

Skulle jag göra om studien skulle jag inte ändra på någon del utav mitt tillvägagångssätt.

I alla fall inte om de resurser som fanns att tillgå min forskning på denna nivå var likadana.

Som tidigare nämnt skulle studiens validitet och vederhäftighet kunna styrkas med ett större och bredare empiriskt underlag men de storleksmässiga begränsningarna på forskning på denna nivå skulle inte tillåta sådana mängder empiri.

Under arbetets gång har det uppstått många nya frågor kring fasens påverkan vid inspelningar och post-produktion som stort. Går dessa mönster att se vid inspelningar utav andra instrument? Är det lättare att hitta mer praktiskt tillämpbara metoder för fashantering vid till exempel gitarrinspelningar?

Här finns en kunskapslucka och får mer forskare upp ögonen för fasens påverkan vid dessa situationer tror jag att det skulle resultera i mycket intressant forskning. Även vidare forskning på just fasens påverkan vid inspelning och post-produktion utav trummor skulle vara intressant att se.

Arbetet med detta uppsatsprojekt har varit en stor ögonöppnare för mig gällande fenomenet fas och hur kunskap om detta kan påverka det praktiska studioarbetet. Även ifall en studie på denna nivå bara skrapar lite på ytan i detta komplicerade område så väcks ändå ett intresse för vidare forskning och experimentering.

I och med de insiker som de framställda resultaten lett till har mitt tankesätt kring mikrofonplaceringar ändrats. Man brukar säga att en färdig produktion inom ljud och musik är resultatet utav tusentals små beslut.

Från och med nu är noga övervägda beslut gällande fasförhållanden en stor del utav alla dessa beslut för min del.

Källförteckning

- Clark, Rick., Garvey, Mark., Hughes, Mark (2010). *Mixing, Recording, and Producing Techniques of the Pros : Insights on Recording Audio for Music, Video, and Games (2nd Edition)*. Boston: Cengage Learning.
- Corey, Jason (2010). *Audio Production and Critical Listening : Technical Ear Training*. Oxford: Focal Press.
- Dean, Angela., Voss, Daniel (1998). *Design and Analysis of Experiments*. New York: Springer.
- Everest, F. Alton., Pohlmann, Ken C. (2009). *Master Handbook of Acoustics (Fifth Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Gorgees, Salar (2007). *Skilnader mellan tre mikrofonplaceringar vid inspelning av trummor*. Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för Arena media, musik och teknik.
- Holmberg, Alexander (2012). *Mikrofonkonfigurationer bestående av en eller två mikrofoner vid inspelning av elgitarr*. Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för Arena media, musik och teknik.
- Nordin, Johan (2007). *Motverka fasutsläckningar av grundtonerna för trummorna i ett akustiskt trumset vid inspelning och mixning*. Högskolan Dalarna, Institutionen för kultur och medier.
- Jha, N.K (2008). *Research Methodology*. Chandigarh: Abhisek Publications.
- Owinski, Bobby (2009). *Recording Engineer's Handbook (2nd Edition)*. Boston: Cengage Learning.
- Izhaki, Roey (2012). *Mixing Audio (2nd Edition)*. Oxford: Focal Press.